

**Measuring device for measuring the braking moment in a motor vehicle**

Patent Number: ☐ US6230555  
Publication date: 2001-05-15  
Inventor(s): SOENS ANDREAS (DE); DOERRIE DIETER (DE)  
Applicant(s): DAIMLER CHRYSLER AG (US)  
Requested Patent: ☐ DE19650477  
Application Number: US19970985957 19971205  
Priority Number(s): DE19961050477 19961205  
IPC Classification: G01L5/16  
EC Classification: B60T8/52, G01L3/14A6D, G01L5/16B, G01L5/28, F16D66/00  
Equivalents: ☐ FR2756922, IT1297089, ITRM970742, ☐ JP10232188, JP3181253B2

---

**Abstract**

A device for measuring the braking moment in a motor vehicle with disk brakes incorporates a measuring hub mounted on a wheel axle and connected with a wheel rim. Viewed in the radial direction, the hub is divided into an inner part close to the axle and an outer part that forms the marginal area of the measuring hub and surrounds the inner part concentrically. These two sections are connected to one another by ribs which extend radially, with sensors mounted thereon for measuring the bending stress acting on the ribs as a result of the introduction of a torque. In order to determine the braking moments acting on the disk brake without superimposition of other moments acting on the vehicle wheel, the brake disk of a braking device of the motor vehicle surrounds the outer part of the hub concentrically, and is fastened only to the outer part

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 196 50 477 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 L 3/14**  
G 01 L 5/00  
// B60T 8/52, 17/22

②① Aktenzeichen: 196 50 477.5-42  
②② Anmeldetag: 5. 12. 96  
④③ Offenlegungstag: -  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 30. 4. 98

**DE 196 50 477 C 1**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,  
DE

⑦② **Erfinder:**

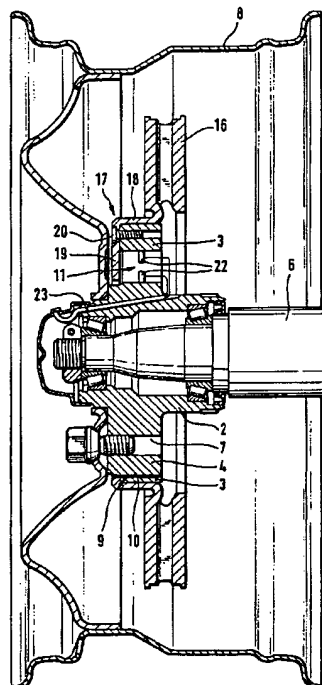
Dörrie, Dieter, 70327 Stuttgart, DE; Söns, Andreas,  
73779 Deizisau, DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:**

DE	37 15 472 C2
DE	27 08 484 C2
DE-AS	21 04 003
DE-OS	23 02 540
DE	93 01 111 U1
GB	20 39 063 A1
US	32 98 223
EP	05 75 634 A1

⑤④ **Meßeinrichtung zur Messung des Bremsmomentes bei einem Kraftfahrzeug**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Meßeinrichtung zur Messung des Bremsmomentes bei einem Kraftfahrzeug mit Scheibenbremsen. Die Einrichtung beinhaltet eine auf einer Radachse gelagerte und mit einer Radfelge verbundene Meßnabe, die - in radialer Richtung gesehen - in einen inneren achsennahen Bauteilabschnitt und einen äußeren, den Randbereich der Meßnabe bildenden und den inneren Bauteilabschnitt konzentrisch umgebenden Bauteilabschnitt geteilt ist. Beide Abschnitte sind durch radial verlaufende Stege miteinander verbunden, auf denen Sensoren appliziert sind, mittels derer die durch die Einleitung eines Drehmomentes auf die Stege wirkende Biegespannung meßbar ist. Um gezielt die auf die Scheibenbremse wirkenden Bremsmomente hinsichtlich anderer auf das Kraftfahrzeuggrad wirkenden Momente überlagerungsfrei ermitteln zu können, wird vorgeschlagen, eine Bremsscheibe einer Bremsanordnung des Kraftfahrzeuges den äußeren Bauteilabschnitt der Meßnabe konzentrisch zu umgeben und allein an diesem zu befestigen.



**DE 196 50 477 C 1**

Die Erfindung betrifft eine Meßeinrichtung zur Messung des Bremsmomentes bei einem Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine gattungsgemäße Meßeinrichtung ist aus der GB 2 039 063 A1 bekannt. Die dort beschriebene Meßeinrichtung beinhaltet eine zweiteilige Meßnabe, wobei beide Teile als ringförmige Scheiben ausgebildet sind. Das erste Teil besteht aus einem inneren Bauteilabschnitt, der koaxial zur Radachse achsennah angeordnet ist und mit einer Kraftfahrzeugradfelge durch eine Schraubverbindung lösbar verbunden ist. Der äußere konzentrisch zum inneren Bauteilabschnitt angeordnete und zu diesem radial beabstandete Abschnitt bildet den Randbereich der Meßnabe und ist mit diesem über radial verlaufende speichenförmige Stege einstückig verbunden. An diesen Stegen sind Dehnspannungen detektierende Meßstreifen befestigt, mittels derer die auf das Rad in Umfangsrichtung wirkenden Kräfte aufgrund der an den Stegen entstehenden Scherspannung gemessen werden können. Der äußere ringförmige Abschnitt weist des weiteren zwischen den Stegen radial nach innen sich erstreckende Ausbuchtungen auf, deren Stirnseite mit dem inneren Abschnitt jeweils einen in Umfangsrichtung verlaufenden Spalt ausbilden. Das zweite Teil besitzt randseitig vier senkrecht von der Scheibenebene abstehende Vorsprünge, die in Umfangsrichtung um einen Winkel von etwa 90° voneinander versetzt angeordnet sind. Die Vorsprünge durchsetzen in Zusammenbauanlage der Meßnabe axial von innen nach außen die Spalte und sind mit den Ausbuchtungen dort verschweißt. Die Vorsprünge sind derart ausgebildet, daß sie in Gebrauchslage des zweiten Teils mit dem inneren Abschnitt des ersten Teils einen sehr schmalen Spalt begrenzen, wobei bei Übersteigen einer von der Spaltbreite bestimmten maximalen Verwindung der Meßnabenspeichen in Umfangsrichtung während des Meßbetriebes durch einwirkende Kraftmomente an dieser Stelle ein Überlastschutz aufgrund der Anlage der Speichen an den Ausbuchtungen bzw. den Vorsprüngen des zweiten Teils gegeben ist. Das zweite Teil ist zum Kraftfahrzeugkörper hin mit einem Adapter verschraubt, welcher seinerseits weiter in Richtung des Kraftfahrzeugkörpers anschließend mit einer Bremsscheibe einer mit der Radnabe verbundenen Scheibenbremse verschraubt ist, die auf der Radachse koaxial zur Meßnabe gelagert ist.

Die beschriebene Meßnabe dient zur Messung von Drehmomenten und ist zwischen Felge und Radnabe montiert, so daß alle möglichen Drehmomente, die auf das Rad einwirken, von der Meßnabe erfaßt werden. Es wird also somit ein Gesamtdrehmoment aufgenommen. Hierbei wirken beispielsweise Reibungsmomente aus der Achslagerung und dem Getriebe, Bremsmomente der Scheibenbremse sowie die Radlast und die Radseitenkräfte. Es ist dabei jedoch unmöglich, sensibel und selektiv allein die auf die Bremsscheibe wirkenden als Bremsmoment resultierenden Kräfte zu erfassen. Außerdem ist es nicht möglich, diese Meßnaben für sehr kleine Bremsmomente auszugleichen, da die Meßnaben insbesondere an den Meßstellen ausreichende Festigkeit besitzen müssen, um im Fahrbetrieb Radlast und Seitenkraft aushalten zu können. Die üblichen Meßnaben sind daher für kleine Bremsmomente völlig unsensibel.

Aus der DE-OS 23 02 540 ist eine Meßnabe bekannt, die mit Dehnungsmessstreifen versehene Stege aufweist und stirnseitig an eine Bremsstrommel einerseits und an ein Fahrzeugrad andererseits mittels Schraubverbindungen befestigt ist, wodurch bis auf die geometrische Anordnung der Durchstecklöcher für die Verbindungsschrauben keine individuelle Anpassung der Meßnabe an das Meßobjekt erforderlich ist.

Aus dem DE 93 01 111.3 U1 ist eine Anordnung für Drehmomentmessungen an Kraftfahrzeugen bekannt, bei der auf einer Fahrzeugnabe eine Bremsscheibe angeordnet ist, an der eine Meßnabe mit einem radial nach innen stehenden Flansch über einen Adapter angeschraubt ist. An der Meßnabe ist in deren Umfangsbereich ein weiterer Adapter angeschraubt, an welchem durch Schraubverbindungen ein Prüfrad befestigt ist. Hiermit lassen sich Versuchsergebnisse an Fahrzeugen gewinnen, die auf gleiche Fahrzeuge mit unmittelbar an den Fahrzeugnaben befestigten Rädern übertragbar sind.

Des weiteren ist aus der DE 27 08 484 C2 eine Drehmoment-Meßanordnung bekannt, bei der eine Beeinflussung des Drehmoment-Meßergebnisses durch stark schwankende axiale oder radiale Belastungen der Drehmoment-Meßeinrichtung verhindert wird. Hierzu ist eine Drehmoment-Meßscheibe an einem mit der Radnabe verbundenen abbremsbaren Radflansch mit einem radial innen liegenden Abschnitt durch Schraubverbindungen befestigt. Der innen liegende Abschnitt wird durch einen Lochkranz von dem radial äußeren den Randbereich der Meßscheibe beinhaltenden Abschnitt getrennt. Die eng nebeneinander auf einer Kreislinie liegenden Löcher sind dabei voneinander durch schmale Stege, an denen seitlich – d. h. in der Lochwandung – an den Stellen höchster Biegebeanspruchung Dehnmeßstreifen angeklebt sind, abgeteilt. Die Stege verbinden den inneren Abschnitt mit dem äußeren Abschnitt der Meßscheibe. Der äußere Abschnitt ist seinerseits mittels Schraubverbindungen an einer Radfelge angebracht. Da durch horizontale und vertikale radiale Kräfte induzierte Zug- oder Druckbeanspruchungen sich an anderer Stelle der Stege bemerkbar machen, als die Dehnmeßstreifen appliziert sind, werden diese meßverfälschenden Kräfte bei der Messung quasi ausgeblendet. Gleichzeitig wirken sich axiale Kräfte nur in vernachlässigbarem Ausmaß auf die Stegdeformation aus. Somit werden insgesamt rein drehmomentbedingte Deformationen der Meßstege erfaßt.

Weiterhin ist aus der DE-AS 2 104 003 eine Meßnabe zum Messen von axial und/oder radial auf ein Fahrzeugrad einwirkenden Kräften und/oder Momenten bekannt, welche anstelle des Radlagers in Drehrichtung feststehend an der Fahrzeugachse angeflanscht wird. Mittels im Inneren der Meßnabe angeordneter Lager trägt diese drehbar das Fahrzeugrad. Brems- und Traktionsmomente können selektiv damit nicht ermittelt werden. Die Meßnabe weist in Form eines Speichenrades drei verschiedene Kränze von Meßstegen auf, die axial an unterschiedlichen Positionen gegenüber der Radmittelebene angeordnet sind und die auch teilweise unterschiedlich zur Rotationsachse liegen. An den Speichen sind zur Messung der Zug- bzw. Druckkräfte im Bereich der kleinsten Biegemomente Dehnmeßstreifen angebracht.

Weiterhin ist aus der DE 37 15 472 C2 eine Einrichtung zum Messen von auf Fahrzeugreifen einwirkenden Kräften und Momenten entnehmbar, bei der eine Meßscheibe mit einem innen liegenden Abschnitt (Nabenteil) stirnseitig an einem Achsflansch einer Radachse schraubbefestigt ist. Ein äußerer den Randbereich beinhaltender Abschnitt (Felgenteil) der Meßscheibe ist mit dem Nabenteil über schmale Stege verbunden, an denen Dehnmeßstreifen angeklebt sind. Die Stege sind aufgrund von U-förmigen Schlitten, die in die Scheibe in kreisförmiger Anordnung und 90° Abständen voneinander eingearbeitet sind, und von zu diesen jeweils um ein Winkelmaß versetzt und untereinander um 90° beabstandet angeordneten umgekehrt U-förmigen Schlitten der Scheibe ausgebildet sind. Das Felgenteil ist mit einer Radfelge verschraubt.

Aus der US-PS 3, 298, 223 ist zudem eine Drehmomentmeßscheibe entnehmbar, die mit einem äußeren Abschnitt

mit einer Radfelge und mit einem inneren Abschnitt an einer Radnabe angebracht ist. An dieser ist außerdem separat eine Bremsscheibe der Bremseinrichtung eines Kraftfahrzeuges schraubbefestigt. Zwischen dem äußeren Abschnitt der Meßscheibe und einem an der Radnabe unmittelbar angeflanschten Drehmomenthebel ist ein Sensor befestigt, der die einwirkenden Zug- und/oder Druckkräfte erfaßt.

Schließlich ist aus der EP 0 575 634 A1 ein Drehmomentsensor bekannt, der aus zwei hintereinander, parallel zueinander angeordneten koaxialen Kreisringflanschen besteht, die durch mehrere axiale Stege miteinander verbunden sind. An den Stegen sind Dehnmeßstreifen angebracht, über die die durch das jeweilig anliegende Drehmoment verursachte Biegedehnung des Steges ermittelt wird. In einer weiteren Ausführungsform ist der Sensor als Speichenrad ausgebildet, wobei die Dehnmeßstreifen an den Innenseiten der Speichen angebracht sind. In einer dritten Ausführungsform, die eine besondere Ausbildung des Speichenrades darstellt, ragen in die Zwischenräume der Speichen von der Radnabe radial abstehe kreissegmentförmige Abschnitte hinein, die bei Erreichen der Dehnbelastungsgrenze der Speichen eine Überlastsicherung bilden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Meßeinrichtung dahingehend weiterzubilden, daß gezielt die auf die Scheibenbremse wirkenden Bremsmomente hinsichtlich anderer auf das Kraftfahrzeugrad wirkenden Momente überlagerungsfrei in einfacher Weise ermittelt werden können.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Dank der Erfindung wirken aufgrund der Anordnung der Bremsscheibe und des – abgesehen von den Stegen – von dem inneren Bauteilabschnitt und damit von der Radachse völlig abgekoppelten äußeren Bauteilabschnittes auf die beiden Bauteilabschnitte der Meßnabe verbindenden Stege nur die von der Bremseinrichtung herrührenden, d. h. die durch das Zusammenwirken des Bremssattels mit der Bremsscheibe entstehenden Bremsmomente, so daß diese von den auf den Stegen applizierten Sensoren ohne Überlagerung anderer aus Lagerungen und vom Getriebe ursächlicher und sich sonst verfälschend auf die Meßergebnisse auswirkender Drehmomente, die durch die alleinige Anbindung der Bremsscheibe an den äußeren Bauteilabschnitt der Meßnabe quasi ausgeblendet werden, in einfacher Weise detektiert werden können. Anhand der unverfälscht erfaßten Bremsmomente können sowohl kleine Bremsmomente sensibel als auch gleichermaßen große Bremsmomente, die beispielsweise bei einer Vollbremsung entstehen, ermittelt werden. Sie ist durch den optimal kurzen von anderen Beeinflussungen isolierten Kraftflußweg insbesondere geeignet, hochsensibel sehr kleine Bremsmomente, z. B. die vom Bremssattel auf die Bremsscheibe wirkende Reibmomente bei unbetätigter Bremse zu messen. Diese Restreibung der Bremse, die aus einer ungleichmäßigen Dickenverteilung und/oder einem stick-slip-Effekt der Bremsscheibe am Bremssattel resultiert, verursacht ständige erhebliche Leistungsverluste und soll daher möglichst gering sein. Durch die Messung der Restreibung, also durch die Erfassung der kleinen Bremsmomente kann schnell und sicher bewertet werden, ob konstruktive Änderungen an der Bremseinrichtung das gewünschte Ergebnis, nämlich die Verringerung der Restreibmomente erbringen.

Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausbildung der Meßnabe bzw. der Anordnung der Bremsscheibe an der Meßnabe und der daraus resultierenden im wesentlichen alleinigen Beaufschlagung der die Meßstellen aufweisenden Stege zwischen den Bauteilabschnitten durch die vom Zusammenwirken der Bremsscheibe mit dem Bremssattel sich erge-

benden Bremsmomente können die Stege hinsichtlich ihrer Festigkeit derart ausgebildet werden, daß sie lediglich die Bremsmomente aushalten müssen. Aufgrund der geringeren Anforderungen an die Festigkeit der Meßstellen können die Stege durch eine geringere Dicke und/oder größere Länge als üblich vergleichsweise sehr biegeweich ausgestaltet werden, was die Meßempfindlichkeit erheblich erhöht.

Hingegen ist eine Messung mit herkömmlichen Meßnaben nur sehr ungenau möglich, da die Meßnaben sämtlichen aufs Rad einwirkenden Kräften und Momenten Stand halten müssen. Dies führt bei der Ausbildung der Meßnaben zu Kompromißlösungen, bei denen die Meßnaben aufgrund der hohen Festigkeitsanforderungen auch an den Meßstellen sehr robust gestaltet sind, was auf Kosten der Meßempfindlichkeit, insbesondere bei der Messung kleiner Momente geht.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels nachfolgend näher erläutert; dabei zeigt:

**Fig. 1** in einer perspektivischen Darstellung eine Meßnabe der erfindungsgemäßen Meßeinrichtung,

**Fig. 2** in einem seitlichen Längsschnitt die Meßnabe aus **Fig. 1** in Zusammenbau mit einem Fahrzeugrad.

In **Fig. 1** ist eine scheibenförmige Meßnabe **1** einer Meßeinrichtung zur Messung des Bremsmomentes bei einem Kraftfahrzeug mit Scheibenbremsen dargestellt. Die Meßnabe **1** besteht aus zwei Bauteilabschnitten, einem – in radialer Richtung gesehen – inneren Bauteilabschnitt **2** und einen äußeren, den Randbereich der Meßnabe **1** bildenden und den inneren Bauteilabschnitt **2** konzentrisch umgebenden Bauteilabschnitt **3**.

Der innere Bauteilabschnitt **2** ist in seiner Ausbildung der Form eines Sternes nachempfunden, wobei dessen fünf Zacken **4** kreissegmentförmig ausgebildet und in Umfangsrichtung des Sternes symmetrisch um  $72^\circ$  zueinander versetzt angeordnet sind. In seinem Zentrum weist der Bauteilabschnitt **2** eine Durchführung **5** auf, mit der er auf eine Radachse **6** aufsteckbar ist. Des weiteren weisen seine Zacken **4** zentrische durchgehende Befestigungsgewinde **7** zur verschraubenden Anbringung einer Radfelge **8** eines Kraftfahrzeugrades auf, wobei diese Gewinde **7** montage technisch einfach an für die Anbringung des Rades an einer Radnabe üblichen Stellen angeordnet sind.

Der den inneren Bauteilabschnitt **2** umgebende äußere Bauteilabschnitt **3** besitzt an seinem Außenumfang eine kreisförmige und an seinem Innenumfang eine zu dem Außenumfang des inneren Bauteilabschnitt **2** formnegative Kontur. Die beiden Bauteilabschnitte **2**, **3** sind durch einen umlaufenden mit gleichförmig verlaufender Breite versehenen Spalt **9** voneinander beabstandet, der im Millimeterbereich bemessen ist und vorzugsweise 1 mm breit ist.

In den Spalt **9** ist im Bereich der Zacken **4** des sternförmigen inneren Bauteilabschnittes **2** ein Zwischenstück **10** eingebracht, das dort den Spalt **9** definiert auf eine im Bereich von 5/100 mm liegende Breite verringert. Das Zwischenstück **10** ist hierbei klammerartig auf den jeweiligen Zacken **4** des sternförmigen Bauteilabschnittes **2** aufgesteckt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das Zwischenstück **10** entsprechend den kreissegmentförmigen Zacken **4** als geschlitzte Hülse ausgebildet, die auf den jeweiligen Zacken **4** in diesen konzentrisch umgebender Weise aufgesteckt ist. Der Innendurchmesser der Hülse ist kleiner als der Außendurchmesser des Zackens **4** ausgelegt, so daß eine Klemmwirkung der Hülse am Zacken **4** entsteht. Die Hülse ist somit am inneren Bauteilabschnitt **2** in einfacher und gewichtssparender Weise befestigt ohne daß Befestigungselemente wie

Schrauben, Bolzen usw. erforderlich sind.

Der innere Bauteilabschnitt 2 greift im Bereich seiner Zacken 4 und damit seiner Befestigungsgewinde 7 so in den äußeren Bauteilabschnitt 3 ein, daß sich beide Bauteilabschnitte 2, 3 nur wenig in Umfangsrichtung gegeneinander verdrehen können. Danach berühren sich die beiden Bauteilabschnitte 2, 3 und verhindern eine weitere Verdrehung gegeneinander. Die beiden Bauteilabschnitte 2 und 3 sind zwischen den Zacken 4 jeweils durch einen mittig angeordneten Steg 11 miteinander verbunden, der von einer dünnen Scheidewand gebildet ist, die zwei vom Innenumfang des äußeren Bauteilabschnittes 3 aus radial nach außen verlaufend und in Breitenrichtung der Meßnabe 1 durchgängig in den Bauteilabschnitt 3 eingearbeitete formgleich ausgebildete Ausnehmungen 12, 13 voneinander trennt. Im Randbereich des äußeren Bauteilabschnittes 3 sind an seiner Stirnseite 14 jeweils zwischen den Zacken 4 in Reihe in Umfangsrichtung angeordnet mehrere Gewindebohrungen 15 ausgebildet, mit denen der äußere Bauteilabschnitt 3 an einer Bremsscheibe 16 befestigt ist, wie Fig. 2 zu entnehmen ist. Um die Bremsscheibe 16 dort anschrauben zu können, ist es notwendig, die Bremsscheibe 16 entsprechend nachzubearbeiten.

Die Bremsscheibe 16 der Bremsvorrichtung des Kraftfahrzeuges umgibt den äußeren Bauteilabschnitt 3 coaxial und weist an ihrem Innenumfang Befestigungsflansche 17 auf, welche mit einem axial sich erstreckenden ersten Abschnitt 18 mit dem Innenumfang unmittelbar verbunden sind und mit einem zweiten sich an den ersten Abschnitt 18 anschließenden rechtwinklig radial nach innen abgewinkelten Abschnitt 19 die Stirnseite 14 des äußeren Bauteilabschnittes 3 jeweils zwischen den Zacken 4 des inneren Bauteilabschnittes 2 umgreifen. Die Abschnitte 19 sind jeweils mittels in die Gewindebohrungen 15 hineingeschraubter Schrauben 20 mit dem äußeren Bauteilabschnitt 3 lösbar verbunden. Die Bremsscheibe 16 ist hinsichtlich der Radachse 6 kontaktfrei angeordnet und ausschließlich nur am äußeren Bauteilabschnitt 3 befestigt.

An den in Umfangsrichtung der Meßnabe 1 weisenden Wänden 21 der Stege 11 sind als Dehnmeßstreifen (DMS) ausgebildete Sensoren 22 appliziert, vorzugsweise geklebt, welche zu einer Vollbrücke verschaltet sind. Mittels derer ist die durch die Einleitung eines Bremsmomentes auf die Stege 11 wirkende Biegespannung meßbar, über deren Meßwerte die Größe des momentan einwirkenden Bremsmomentes erfaßbar ist. Der innere Bauteilabschnitt 2 weist außerhalb der lichten Weite seiner Durchführung 5 – stellvertretend für mehrere – einen schräg-axial verlaufenden Durchgangskanal 23 auf, durch den ein Meßkabel führbar ist, das die Sensoren 22 mit einem elektronischen Gerät zur Signalverarbeitung und -auswertung verbindet.

Die Meßnabe 1 kann zusätzlich zur Radnabe auf der Radachse 6, die die Antriebswelle des Kraftfahrzeuges bilden kann, gelagert sein. Bei dieser Anordnung tritt der Nachteil auf, daß durch die zusätzliche Einbringung einer Meßnabe 1 zur Radnabe die bezüglich der Vertikalschwingungsbewegungen der Räder im Fahrbetrieb ungedämpften Radmassen erhöht und gegebenenfalls die Massenverteilung der Räder verändert werden. Dadurch entstehen systematische Meßfehler, so daß die erhaltenen Meßergebnisse aufgrund der Massenunterschiede und der Unterschiede in der Massenverteilung nicht ohne weiteres auf einen realen Fahrbetrieb ohne Meßeinrichtung bezogen werden können. Dies schränkt die exakte Beurteilung der Signalergebnisse für später zu korrigierende Maßnahmen an der Bremsvorrichtung ein. Zu Vermeidung der erwähnten Nachteile ist in einfacher, jedoch höchst vorteilhafter Weise die Meßnabe 1 selbst als Radnabe ausgebildet und ersatzweise für diese mit dem inneren Bauteilabschnitt 2 auf der Radachse 6 angeord-

net ist, wobei die übliche Radnabe entfällt.

Wird nun in die Bremsscheibe 16 vom Bremssattel her ein Bremsmoment eingeleitet, wird der äußere Bauteilabschnitt 3 gegen den inneren Bauteilabschnitt 2 verdreht. Dabei werden die Stege 11, die biegeweich ausgebildet sind und daher für eine gesteigerte Empfindlichkeit der Meßnabe 1, die Sensoren 22 und die Bremsscheibe 16 und ein Gerät zur Auswertung der Sensorsignale beinhaltenen Meßeinrichtung sorgen, S-förmig verbogen, bis der innere Bauteilabschnitt 2 am äußeren im Bereich der Zacken 4 anliegt. Eine Verdrehung ist dann nur noch in dem Maß möglich, wie die in diesem Bereich einander beaufschlagenden Anschlagflächen der Bauteilabschnitte 2, 3 nachgeben.

Die DMS-Vollbrücke, die auf den Stegen 11 aufgebracht ist, hat bei kleinen Momenten bis zum Erreichen des Anschlages eine hohe Empfindlichkeit. Nach Erreichen des Anschlages führt eine weitere Drehmomenterhöhung nur noch zu einer geringen Erhöhung des Ausgangssignals der DMS-Brücke. Die Empfindlichkeit der Meßnabe 1 nimmt somit stark ab. Es ist jedoch trotzdem möglich auch den hohen Drehmomentmeßbereich auszuwerten. In diesem Meßbereich ist ebenfalls ein linearer Zusammenhang zwischen Drehmoment und Ausgangssignal gegeben.

Die zulässige Verformung der Stege 11 beträgt nur einige hundertstel Millimeter. Zur Verringerung des Spaltes 9 wird im Bereich der Zacken 4 die geschlitzte Hülse eingesetzt, so daß der verbleibende Spalt auf ein geringeres Maß eingestellt werden kann. Zur einfachen Kompensierung der Bauteiltoleranzen können dabei Hülsen unterschiedlicher Wandstärken verwendet werden. Durch den Einsatz von Zwischenstücken 10 ist es möglich, unter Bildung eines vorerst zu breiten Spaltes 9 die Konturen des Außenumfanges des inneren Bauteilabschnittes 2 und des Innenumfanges des äußeren Bauteilabschnittes 3 sowie die der Stege 11 durch Drahterodieren mit einem Erodierschnitt in fertigungstechnisch einfacher Weise herzustellen und dann den Spalt 9 dort, wo er entsprechend verringert werden muß, nämlich im Bereich der Zacken 4 zur Gewährleistung eines ausreichenden Überlastschutzes, durch Zwischenstücke 10 zu verkleinern. Dies wird der Anforderung an die Meßnabe 1 gerecht, einerseits empfindlich auf kleine Bremsmomente anzusprechen und andererseits bei einer Bremsung ein Moment vom Vielfachen ihres Meßbereiches aushalten zu können ohne beschädigt zu werden.

Um eine ausreichende Anschlagfläche und damit einen genügenden Überlastschutz zu bieten umgreift der äußere Bauteilabschnitt 3 zwei Schenkeln 24, 25 entsprechender Wandstärke in Breiten- und in Umfangsrichtung der Meßnabe 1 die Zacken 4 bis nahe des die Zacken 4 tragenden Ringteils 26 des inneren Bauteilabschnittes 2, wobei die Schenkel 24, 25 von den Seitenwandungen 27, 28 der Ausnehmungen 12, 13 begrenzt sind. Da die Radkräfte nur am inneren Bauteilabschnitt 2 der Meßnabe 1 angreifen und nicht über die Stege 11 gehen, ist es möglich, diese so weich, d. h. dünn und lang auszulegen, daß sehr kleine Bremsmomente gemessen werden können.

#### Patentansprüche

1. Meßeinrichtung zur Messung des Bremsmomentes bei einem Kraftfahrzeug mit Scheibenbremsen, mit einer Bremsscheibe der Bremsvorrichtung des Kraftfahrzeuges und mit einer auf einer Radachse befestigten und mit einer Radfelge verbundenen Meßnabe, die – in radialer Richtung gesehen – in einen inneren achsensnahen Bauteilabschnitt und einen äußeren, den Randbereich der Meßnabe bildenden und den inneren Bauteilabschnitt konzentrisch umgebenden Bauteilabschnitt

geteilt ist, wobei beide Abschnitte durch radial verlaufende Stege miteinander verbunden sind, auf denen Sensoren appliziert sind, mittels derer die durch die Einleitung eines Bremsmomentes auf die Stege wirkende Biegespannung meßbar ist, über deren Meßwerte die Größe des momentan einwirkenden Bremsmomentes erfaßbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bremsscheibe (16) zum äußeren Bauteilabschnitt (3) der Meßnabe (1) koaxial angeordnet und allein an diesem befestigt ist und daß der innere Bauteilabschnitt (2) der Meßnabe (1) direkt an der Radfelge (8) befestigt ist.

2. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßnabe (1) als Radnabe ausgebildet und ersatzweise für diese mit dem inneren Bauteilabschnitt (2) auf der Radachse (6) angeordnet ist.

3. Meßeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der innere Bauteilabschnitt (2) der Meßnabe (1) Befestigungsgewinde (7) zur Anbringung eines Kraftfahrzeugrades aufweist, die an für die Anbringung des Rades an einer Radnabe üblichen Stellen angeordnet sind.

4. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der innere Bauteilabschnitt (2) sternförmig ausgebildet ist und der diesen umgebende äußere Bauteilabschnitt (3) an seinem Innenumfang eine zu dem Außenumfang des inneren Bauteilabschnitts (2) durch einen – abgesehen von den Stegen (11) – umlaufenden Spalt (9) beabstandete formnegative Kontur aufweist.

5. Meßeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der im Millimeterbereich bemessene Spalt (9) im Bereich der Sternzacken (4) höchstens gleich breit ist wie an anderen Stellen des Außenumfanges des inneren Bauteilabschnittes (2).

6. Meßeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mittig zwischen den Zacken (4) des sternförmigen Bauteilabschnittes (2) jeweils ein Steg angeordnet ist, der von einer zwei formgleich im äußeren Bauteilabschnitt (3) ausgebildeten, in Breitenrichtung der Meßnabe (1) durchgängigen Ausnehmungen (12, 13) voneinander trennende radial verlaufenden Scheidewand gebildet ist.

7. Meßeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zacken (4) des sternförmigen Bauteilabschnittes (2) kreissegmentförmig ausgebildet sind.

8. Meßeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in den Spalt (9) im Bereich der Zacken (4) des sternförmigen Bauteilabschnittes (2) ein Zwischenstück (10) eingebracht ist, das dort den Spalt (9) definiert auf eine im Bereich von 5/100 mm liegende Breite verringert.

9. Meßeinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Zwischenstück (10) klammerartig auf den jeweiligen Zacken (4) des sternförmigen Bauteilabschnittes (2) aufgesteckt ist.

10. Meßeinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle von kreissegmentförmigen Zacken (4) der sternförmigen Bauteilabschnitte (2) das Zwischenstück (10) eine geschlitzte Hülse ist, die auf den jeweiligen Zacken (4) in diese konzentrisch umgebender Weise aufgesteckt ist und deren Innendurchmesser kleiner ist als der Außendurchmesser des Zackens (4).

11. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Konturen des Außenumfanges des inneren Bauteilabschnittes (2) und des Innenumfanges des äußeren Bauteilabschnittes (3) sowie die der

Stege (11) durch Drahterodieren hergestellt sind.

12. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (11) biegeweich ausgebildet sind.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

**Fig. 2**

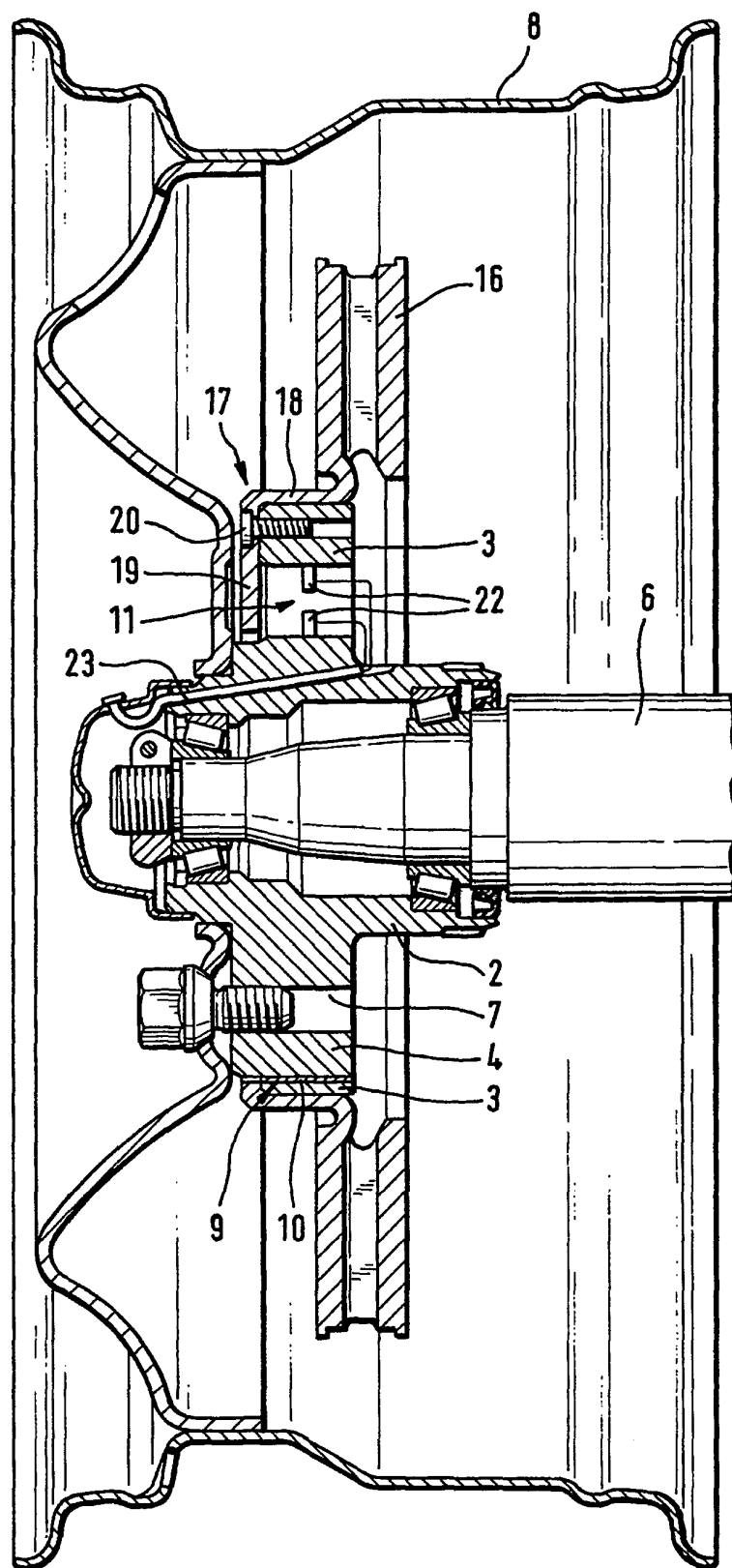




Fig. 1

